

*DE 201 13 773 U1*

**Abstract**

A piston for a pyrotechnical belt tensioner, comprising an outflow opening through which compressed gas can flow over from a pressure side of the piston to the rear side thereof, characterized in that a valve element is provided, which is shiftable between a rest position in which it closes the outflow opening, and a clearing position in which it clears the outflow opening.



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Gebrauchsmusterschrift  
10 DE 201 13 773 U 1

51 Int. Cl. 7:  
B 60 R 22/195

21 Aktenzeichen: 201 13 773.9  
22 Anmeldetag: 20. 8. 2001  
47 Eintragungstag: 23. 5. 2002  
43 Bekanntmachung  
im Patentblatt: 27. 6. 2002

73 Inhaber:  
TRW Occupant Restraint Systems GmbH & Co. KG,  
73553 Alfdorf, DE

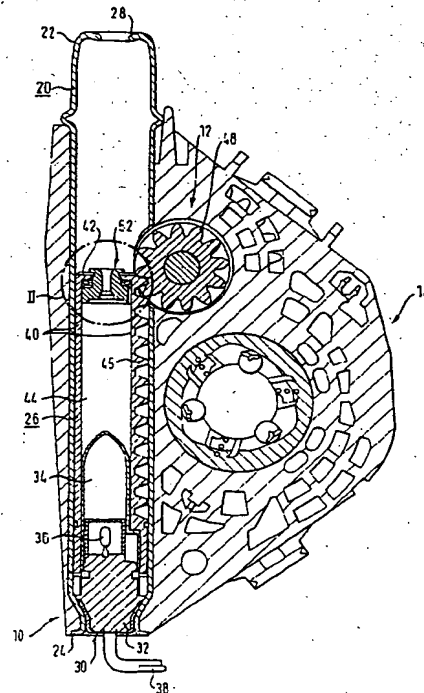
74 Vertreter:  
Prinz und Partner GbR, 81241 München

56 Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:

DE 37 29 505 A1  
DE 201 05 264 U1

54 Kolben für einen pyrotechnischen Gurtstraffer

57 Kolben (26) für einen pyrotechnischen Gurtstraffer (10), mit einer Ausströmöffnung (46), durch die Druckgas von einer Druckseite des Kolbens auf seine Rückseite überströmen kann, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventilelement (52) vorgesehen ist, das zwischen einer Ruhestellung, in der es die Ausströmöffnung (46) verschließt, und einer Freigabestellung verstellbar ist, in der es die Ausströmöffnung freigibt.



DE 201 13 773 U 1

DE 201 13 773 U 1

20. August 2001

TRW Occupant Restraint Systems GmbH & Co. KG  
Industriestraße 20  
D-73553 Alfdorf

Unser Zeichen: T 9566 DE  
St/ty/mr

## Kolben für einen pyrotechnischen Gurtstraffer

Die Erfindung betrifft einen Kolben für einen pyrotechnischen Gurtstraffer,  
5 mit einer Auströmöffnung, durch die Druckgas von einer Druckseite des Kolbens  
auf seine Rückseite überströmen kann.

Die Funktion eines Gurtstraffers beruht darauf, daß in einem Zylinder durch  
Zündung einer Treibladung Druckgas erzeugt wird, mit welchem der Kolben  
bewegt wird, um den Gurt zu straffen. Da bei einem geschlossenen Kolben der  
10 Druck auch noch in der Endstellung des Kolbens anliegt, wird dieser in seiner  
Endstellung festgehalten. Es kann jedoch beispielsweise für die Funktion der  
Gurtkraftbegrenzung erforderlich sein, den Kolben wieder in Richtung auf seine  
Ausgangsstellung verschieben zu können. Um dies zu ermöglichen, ist im Kolben  
eine Ausströmöffnung vorgesehen, die das allmähliche Absinken des Druckes  
15 gestattet. Um ein leichtes Verschieben des Kolbens zuzulassen, muß die  
Ausströmöffnung ausreichend groß sein. Dies hat jedoch den Nachteil, daß beim  
Arbeitshub des Kolbens bereits ein gewisser Druckverlust auftritt, der durch eine  
größere Treibladung ausgeglichen werden muß. Eine Lösung zur Vermeidung  
dieses Druckverlustes ist beispielsweise in der DE 295 20 307 gezeigt, in welcher  
20 ein gattungsgemäßer Kolben beschrieben ist, bei dem die Ausströmöffnung mit  
einer Berstscheibe verschlossen ist, welche sich erst bei Überschreiten eines  
bestimmten Berstdrucks öffnet. Die Treibladung muß dabei soviel Gas erzeugen,

daß der Berstdruck mit Sicherheit überschritten wird. Beim Öffnen der Berstscheibe geht aber der überschüssige Druck verloren und kann nicht mehr zur Arbeitsleistung herangezogen werden.

Die Erfindung schafft einen weiteren Kolben für einen pyrotechnischen Gurtstraffer, der nach seinem Arbeitshub leicht wieder in seine Ausgangsstellung zurückbewegt werden kann.

Dazu ist bei einem Kolben der eingangs genannten Art ein Ventilelement vorgesehen, das zwischen einer Ruhestellung, in der es die Ausströmöffnung verschließt, und einer Freigabestellung verstellbar ist, in der es die Ausströmöffnung freigibt. Mittels des Ventilelements kann im Druckraum des Kolbens eine Druckentlastung bewirkt werden, die es ermöglicht, den Kolben wieder in seine Ausgangsstellung zu verschieben. Da das Ventilelement in seiner Ruhestellung die Ausströmöffnung verschließt, tritt beim Arbeitshub des Kolbens kein Druckverlust auf, so daß eine kleinere Treibladung verwendet werden kann als bei Systemen mit offener Ausströmöffnung. Auch gegenüber Kolben mit Berstscheibe ergibt sich ein Vorteil, da die gesamte Energie des Gases zum Straffen ausgenutzt werden kann und keine überschüssiger Druck zum Zerstören der Berstscheibe erzeugt werden muß.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer bevorzugten Ausführungsform ausführlich beschrieben, wobei Bezug genommen wird auf die beigelegten Zeichnungen, in welchen zeigt:

- Figur 1 einen Querschnitt durch einen pyrotechnischen Gurtstraffer im nicht ausgelösten Zustand, der einen erfindungsgemäßen Kolben enthält;
- Figur 2 eine vergrößerte Darstellung des Bereiches II aus Figur 1;
- Figur 3 einen Querschnitt durch den Gurtstraffer aus Figur 1 in einem ausgelösten, druckbeaufschlagten Zustand;

- Figur 4 eine vergrößerte Darstellung des Bereichs IV aus Figur 3;
- Figur 5 einen Querschnitt durch den Gurtstraffer aus Figur 1 im ausgelösten, druckentlasteten Zustand;
- Figur 6 eine vergrößerte Darstellung des Bereichs VI aus Figur 5;
- 5 - Figur 7 ein schematisches Diagramm des zeitlichen Verlaufs von Druck und Gurtkraft in einem Gurtstraffer nach dem Stand der Technik; und
- Figur 8 ein schematisches Diagramm des zeitlichen Verlaufs von Druck und Gurtkraft in einem Gurtstraffer mit einem erfindungsgemäßen Kolben.

10 In den Figuren ist ein pyrotechnischer Gurtstraffer 10 zu sehen, der über ein Getriebe 12 an einem Gurtaufroller 14 angreift, dessen Funktionsweise aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt ist. Der Gurtstraffer 10 besteht aus einem langgestreckten geraden Zylinder 20, mit einem vorderen Ende 22 und einem hinteren Ende 24, in dessen Innenraum ein erfindungsgemäßer Kolben 26 verschiebbar geführt ist. Der Zylinder 20 ist an seinem vorderen Ende 22 offen, wobei die Seitenwände nach innen umgebördelt sind, so daß sie einen Rand 28 bilden, der ein Austreten des Kolbens 26 aus dem Zylinder 20 verhindert. Am hinteren Ende 24 des Zylinders 20 sitzt ein Treibsatz 30, der aus einem Verschlußstopfen 32, einer Treibladung 34 und einem Zünder 36 besteht. Der Zünder 36 ist elektrisch mit einem Kontaktstecker 38 verbunden, der durch den Verschlußstopfen 32 aus dem hinteren Ende 24 herausragt und dem Anschluß des Gurtstraffers 10 an eine Steuereinrichtung zum Zünden des Treibsatzes 30 dient.

20 Der Kolben 26 ist von einem langgestreckter Hohlzylinder mit einer Seitenwand 40 und einem Boden 42 an der zum hinteren Ende 24 weisenden Stirnseite gebildet. In der Ausgangsstellung des Kolbens, im nicht ausgelösten Zustand des Gurtstraffers (Figur 1), umhüllt der Hohlraum im Inneren des Kolbens die Treibladung 34 und dient somit als Brennraum 44. An der Seitenwand 40 des Kolbens 26 ist eine Verzahnung 45 ausgebildet, welche zum Antrieb des Gurtaufrollers 14 beim Straffvorgang in ein Zahnrad 48 des Getriebes

12 greift. Der Boden 42 trennt die Druckseite des Kolbens 26, die durch den Brennraum 44 definiert ist, von seiner Rückseite, die zum oberen Ende 22 des Zylinders 20 weist. In dem Boden 42 ist eine Ausströmöffnung 46 vorgesehen, durch welche Druckgas von der Druckseite des Kolbens 26 auf seine Rückseite  
5 überströmen kann. Die Ausströmöffnung 46 ist auf der Druckseite konisch erweitert, wodurch eine Anlagefläche 50 (siehe Fig. 2) gebildet ist.

Durch die Ausströmöffnung 46 erstreckt sich ein Ventilelement 52, mit einem Fuß 54, der sich im Brennraum 44 befindet, und einem Kopf 56, der auf der Rückseite des Kolbens 26 am Boden 42 anliegt. Der Fuß 54 und der Kopf 56 sind  
10 durch einen Körper 58 verbunden. Der Körper 58 weist einen an den Kopf 56 angrenzenden Halsabschnitt 60, der durch die Ausströmöffnung 46 ragt, einen an den Fuß 54 grenzenden Rumpfabschnitt 62 und einen dazwischenliegenden Schulterabschnitt 64 auf. In Richtung der Längsachse L des Kolbens 26 erstreckt sich durch das Ventilelement 52 eine Bohrung 66, die zum Brennraum 44 hin mit  
15 einer Berstscheibe 68 verschlossen ist.

Der Durchmesser des Halsabschnittes 60 ist geringer als der Durchmesser der Ausströmöffnung 46. Der Durchmesser des Rumpfabschnittes 62 ist größer als der Durchmesser der Ausströmöffnung, aber geringer als der Durchmesser des Fußes 54. Der Durchmesser des Fußes 54 ist so groß, daß der Fuß 54 den  
20 Brennraum 44 wie ein Kolben dicht abschließt.

Die Außenfläche des Schulterabschnittes 64 ist konisch ausgebildet, und zwar im selben Winkel wie die Anlagefläche 50, so daß sie eine Dichtfläche 70 bildet, welche an der Anlagefläche 50 anliegt. Der Kopf 56 bildet einen Haltebund, der über den Rand der Ausströmöffnung 46 hinaus auf der Rückseite des Kolbens 26  
25 an dem Boden 42 angreift, wodurch die Dichtfläche 70 in Anlage an die Anlagefläche 50 gehalten ist.

Zwischen dem Körper 58, dem Fuß 54 und dem Boden 42 des Kolbens ist ein Hohlraum 72 gebildet, in welchem ein Federelement 74 angeordnet ist. Als Federelement 74 ist hier eine Tellerfeder vorgesehen, die einen geringen

Raumbedarf, eine hohe Rückstellkraft und schnelle Reaktionszeit aufweist. Der Hohlraum 72 ist durch Überströmkanäle 76 im Fuß 54 des Ventilelements mit dem Brennraum 44 verbunden. Dennoch ist der Brennraum 44 durch das Ventilelement 52 gegen die Rückseite des Kolbens abgedichtet, da die Dichtfläche 70 an der Anlagefläche 50 anliegt, solange sich das Ventilelement 52 in seiner Ruhestellung, wie in den Figuren 1 und 2 gezeigt, befindet.

Bei der Auslösung des Gurtstraffers 10 wird der Treibsatz 30 mittels des Zünders 36 gezündet. Dabei verbrennt die Treibladung 34 im Brennraum 44, wodurch Treibgas unter hohem Druck entsteht. Dieser Druck führt dazu, daß der Kolben 26 unter Ausführung eines Arbeitshubes aus seiner Ausgangsstellung verschoben wird (Figur 3). Dabei greift der Kolben 26 mit seiner Verzahnung 45 in das Zahnrad 48 und führt so zum gewünschten Gurtstraffvorgang. Der Druck wirkt außerdem auf das Ventilelement 52, wobei die effektive Angriffsfläche  $A_{eff}$  die Querschnittsfläche des Körpers 58 quer zur Längsachse L des Kolbens ist, da über den Überströmkanal 76 eine Strömungsverbindung vom Brennraum 44 zum Hohlraum 72 besteht. Das Ventilelement 52 erfährt somit eine Kraft  $F_{eff}$  (Figur 2), welche bewirkt, daß die Dichtfläche 70 plastisch verformt wird (Figur 4). Dadurch kann das Ventilelement 52 zur Rückseite des Kolbens hin verschoben werden, wodurch die Tellerfeder 74 gespannt wird.

In Figur 4 befindet sich das Ventilelement 52 in seiner Arbeitsstellung, in der die Tellerfeder 74 maximal vorgespannt ist, während das Ventilelement 52 den Brennraum 44 immer noch durch Anlage der Dichtfläche 70 an der Anlagefläche 50 abdichtet. Nachdem die Treibladung 34 vollständig verbrannt ist, läßt der Druck im Brennraum 44 nach, da kein neues Gas mehr erzeugt wird, der Kolben aber immer noch in Vorwärtsbewegung ist und das Brennraumvolumen erweitert.

Nach Überschreiten des Druckmaximums läßt auch die auf das Ventilelement 52 wirkende Kraft  $F_{eff}$  nach. Sobald die von der Tellerfeder 74 auf das Ventilelement 52 wirkende Gegenkraft  $F_f$  größer ist als die durch den Druck bewirkte Kraft  $F_{eff}$ , beginnt die Tellerfeder 74, das Ventilelement 52 in eine Freigabestellung zu verschieben (Figur 6). In dieser Freigabestellung liegt der

Haltebund des Kopfes 56 auf der Rückseite des Kolbens wieder wie in der Ruhestellung auf der Rückseite des Kolbens 26 an. Der Brennraum 44 ist jedoch nicht mehr durch das Ventilelement 52 zum Zylinderinnenraum hin abgedichtet, da die Dichtfläche 70 infolge ihrer plastischen Verformung nun nicht mehr an der  
5 Anlagefläche 50 anliegen kann. Damit besteht über den Überströmkanal 76, den Hohlraum 72 und den nunmehr entstandenen Spalt 78 zwischen Anlagefläche 50 und verformter Dichtfläche 70 eine Verbindung zur Ausströmöffnung 46, durch die Gas aus dem Brennraum 44 entweichen kann. Um das Entweichen des Gases aus der Ausströmöffnung 46 unter dem Haltebund des Kopfes 56 hindurch zu  
10 ermöglichen, sind im Boden 42 auf der Rückseite des Kolbens Nuten 80 vorgesehen.

Da der Kolben 26 nun nicht mehr unter Druck steht, kann er von dem Zahnrad wieder zum unteren Ende des Zylinders 20 hin verschoben werden. Dies ermöglicht beispielsweise ein unter Verformung eines Torsionsstabes oder durch  
15 eine andere Einrichtung gesteuertes Abrollen von Gurtband zum Zwecke der Kraftbegrenzung.

Die Schaltschwelle, bei der das Ventilelement 52 den Brennraum 44 entlüftet und damit die Bewegung des Kolbens 26 ermöglicht, ist unabhängig vom Maximaldruck im Brennraum 44 und kann durch Auswahl der Tellerfeder 74  
20 eingestellt werden. Ist die Tellerfeder 74 so gewählt, daß sie im Verlauf der Druckkurve nicht bis zum Anschlag vorgespannt werden kann, dann ergibt sich für das Ventilelement 52 ein Schalterpunkt bei einem bestimmten Differenzdruck  $\delta P$  zum Druckmaximum, wobei der Differenzdruck von der Verformbarkeit des Materials der Dichtfläche abhängt. Im Gegensatz zu einem Kolben, bei dem die  
25 Druckentlastung für das Zurückstellen des Kolbens durch eine Berstscheibe realisiert ist, die bei einem bestimmten Druck aufbricht, bietet das erfindungsgemäße Ventilelement einen Verschuß für die Ausströmöffnung, der unabhängig vom maximal erreichten Druck dichthält. Dadurch kann das Druckgas bis zum Erreichen der Druckspitze zum Verschieben des Kolbens genutzt werden.



Die in der beschriebenen Ausführungsform vorgesehene Berstscheibe hat dagegen lediglich die Funktion eines Sicherheitsventils.

In Figur 7 ist für einen Kolben ohne Ventilelement der Druckverlauf  $P(t)$  im Brennraum und der Kraftverlauf  $F(t)$  im Sicherheitsgurt über der Zeit  $t$  dargestellt. Ausgehend vom Zündpunkt  $t_z$  steigt der Druck bis zu einem Maximum  $P_{\max}$  an (Abschnitt a). Durch den Druck wird der Kolben angetrieben und fortbewegt, was eine ebenfalls bis zu einem lokalen Maximum  $F_{\max}$  ansteigende Kraft im Gurt bewirkt (Abschnitt b). Das Maximum der Gurtkraft  $F_{\max}$  tritt etwas später auf als das Maximum des Drucks, da sich der Kolben aufgrund seiner Trägheit noch etwas weiterbewegt. Daraufhin setzt eine Rückwärtsbewegung des Kolbens ein, die zu einem kurzen Nachlassen der Gurtkraft (Abschnitt c) führt, bis die Sperrklinke des Gurtaufrollers greift und die Kraft durch den in den Gurt fallenden Insassen wieder stetig ansteigt (Abschnitt d). Ab einer bestimmten Kraft  $F_{\text{ret}}$  sollte die Wirkung der Gurtkraftbegrenzung einsetzen und die Gurtkraft im wesentlichen geradlinig auf einem idealisierten Niveau begrenzen, wie es durch die gestrichelte Linie in Figur 7 dargestellt ist. Da sich zur Zeit des Einsetzens der Gurtkraftbegrenzung  $t_{\text{ret}}$  noch ein relativ hoher Druck im Brennraum herrscht, der nur langsam abgebaut werden kann (Abschnitt e), wird eine effektive Rückwärtsbewegung des Kolbens und somit ein Ausgabelassen von Gurtband verhindert, so daß die Gurtkraft  $F$  weiter ansteigt (Abschnitt f).

Demgegenüber zeigt Figur 8 den Druck und Kraftverlauf bei Verwendung eines erfindungsgemäßen Kolbens mit einem Ventilelement. Wiederum ausgehend vom Zündpunkt  $t'_z$  steigt der Druck bis zu einem Maximum  $P'_{\max}$  an (Abschnitt a'). Die Weiterbewegung des Kolbens nach Erreichen des Druckmaximums  $P_{\max}$ , bis zum Zeitpunkt  $t'_{F_{\max}}$  das lokale Maximum der Gurtkraft  $F_{\max}$  erreicht ist, erzeugt einen Druckabfall  $\delta P$ , der ausreichend groß ist, um das Ventilelement von der Tellerfeder in die Ruhestellung verschieben zu lassen. Damit ist die Ausströmöffnung frei, so daß der Druck schnell abgebaut werden kann (Abschnitt e'). Die Gurtkraftbegrenzung kann daher wie vorgesehen mit

Erreichen der Kraft  $F_{ret}$  einsetzen, so daß die Gurtkraft ein dem idealisierten Verlauf aus Figur 7 angenäherten Verlauf zeigt (Abschnitt f).

Der erfindungsgemäße Kolben hat den Vorteil, daß seine Funktion auf einer rein mechanischen Wirkungsweise beruht und er somit sehr einfach herzustellen  
5 und zuverlässig ist. Die Funktion des Kolbens ist außerdem unabhängig von seiner Stellung im Zylinder. Der erfindungsgemäße Kolben kann auch in vorhandenen Rückhaltesystemen verwendet werden, da keine Änderungen am Gurtstraffer oder am Gurtaufroller erforderlich sind.

5

Schutzansprüche

1. Kolben (26) für einen pyrotechnischen Gurtstraffer (10), mit einer Ausströmöffnung (46), durch die Druckgas von einer Druckseite des Kolbens auf seine Rückseite überströmen kann, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventilelement (52) vorgesehen ist, das zwischen einer Ruhestellung, in der es die Ausströmöffnung (46) verschließt, und einer Freigabestellung verstellbar ist, in der es die Ausströmöffnung freigibt.

2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (26) eine feste Anlagefläche (50) für das Ventilelement (52) aufweist, daß das Ventilelement mit einer verformbaren Dichtfläche (70) versehen ist, die in der Ruhestellung des Ventilelementes an der Anlagefläche anliegt, daß das Ventilelement mit einem Haltebund (56) versehen ist, der an der Rückseite des Kolbens angreift und die Dichtfläche (70) in Anlage an der Anlagefläche (50) hält, und daß das Ventilelement durch plastische Verformung der Dichtfläche in eine Arbeitsstellung gebracht werden kann, in welcher der Haltebund (56) von der Rückseite des Kolbens (26) abgehoben ist, die Dichtfläche (70) sich aber weiterhin in Anlage an der Anlagefläche (50) des Kolbens befindet.

3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilelement (52) verschiebbar in der Ausströmöffnung (46) angeordnet ist und von einer Feder (74) in die Freigabestellung beaufschlagt wird.

4. Kolben nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder (74) eine Tellerfeder ist.

5. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilelement (52) mit mindestens einem Kanal (76)

versehen ist, der die Druckseite des Kolbens (26) mit der Dichtfläche (70) verbindet.

6. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (26) auf seiner Rückseite mit mindestens einer  
5 Nut (80) versehen ist, welche im Bereich der Anlagefläche (50) mündet.

7. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilelement (52) mit einer Durchgangsbohrung (66) versehen ist, die von einer Berstscheibe (68) verschlossen ist.

1/8

FIG. 1

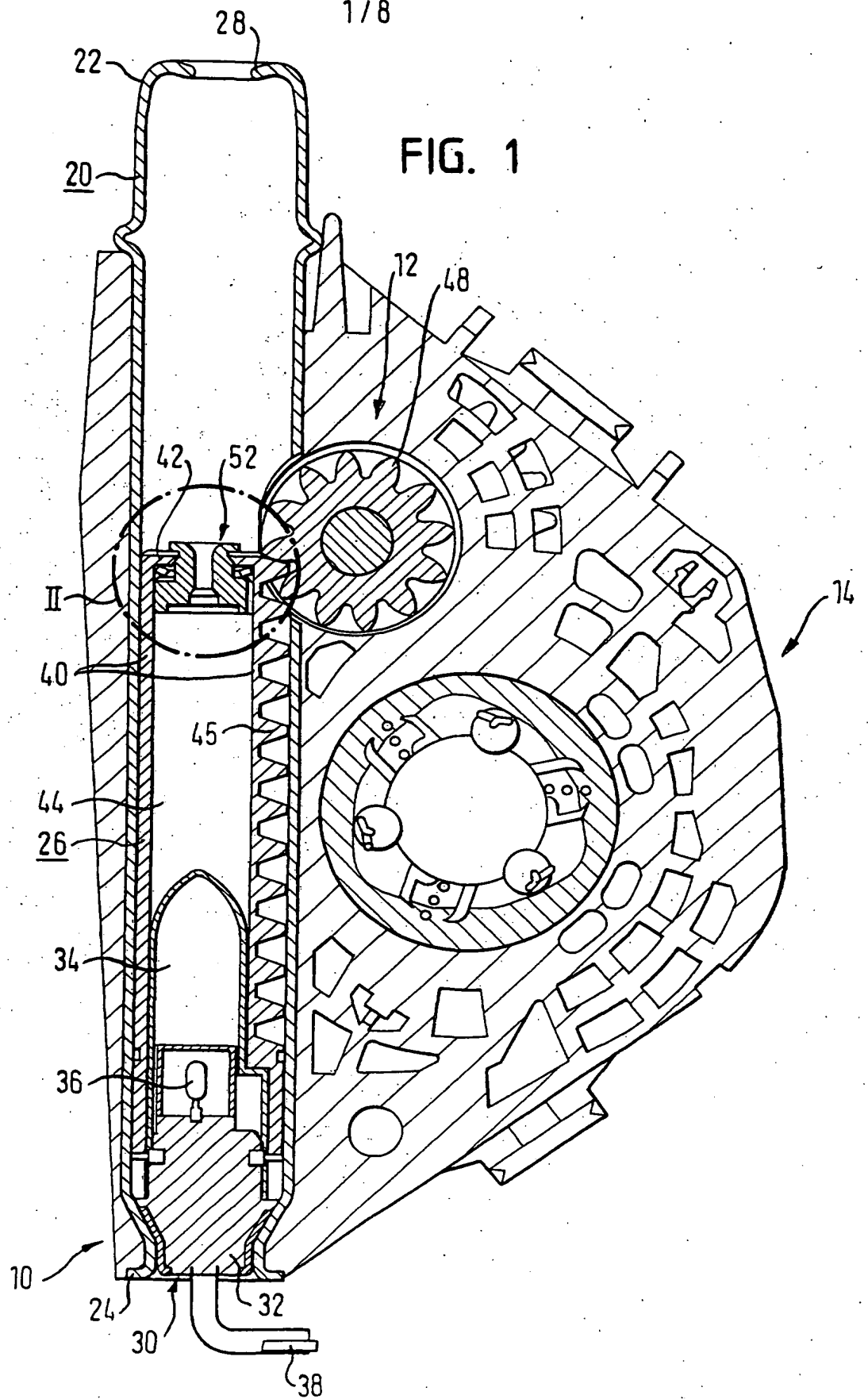


FIG. 2

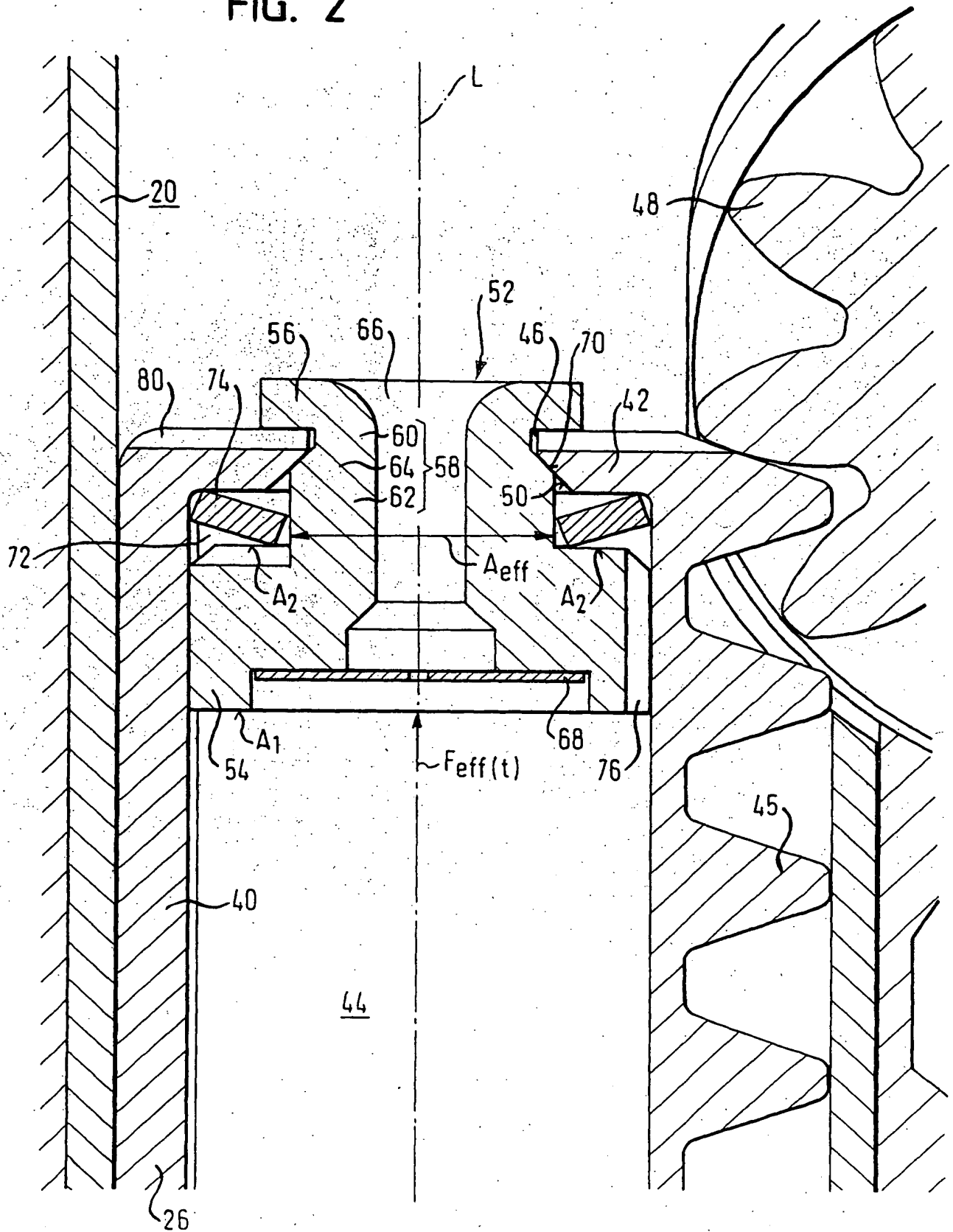


FIG. 3

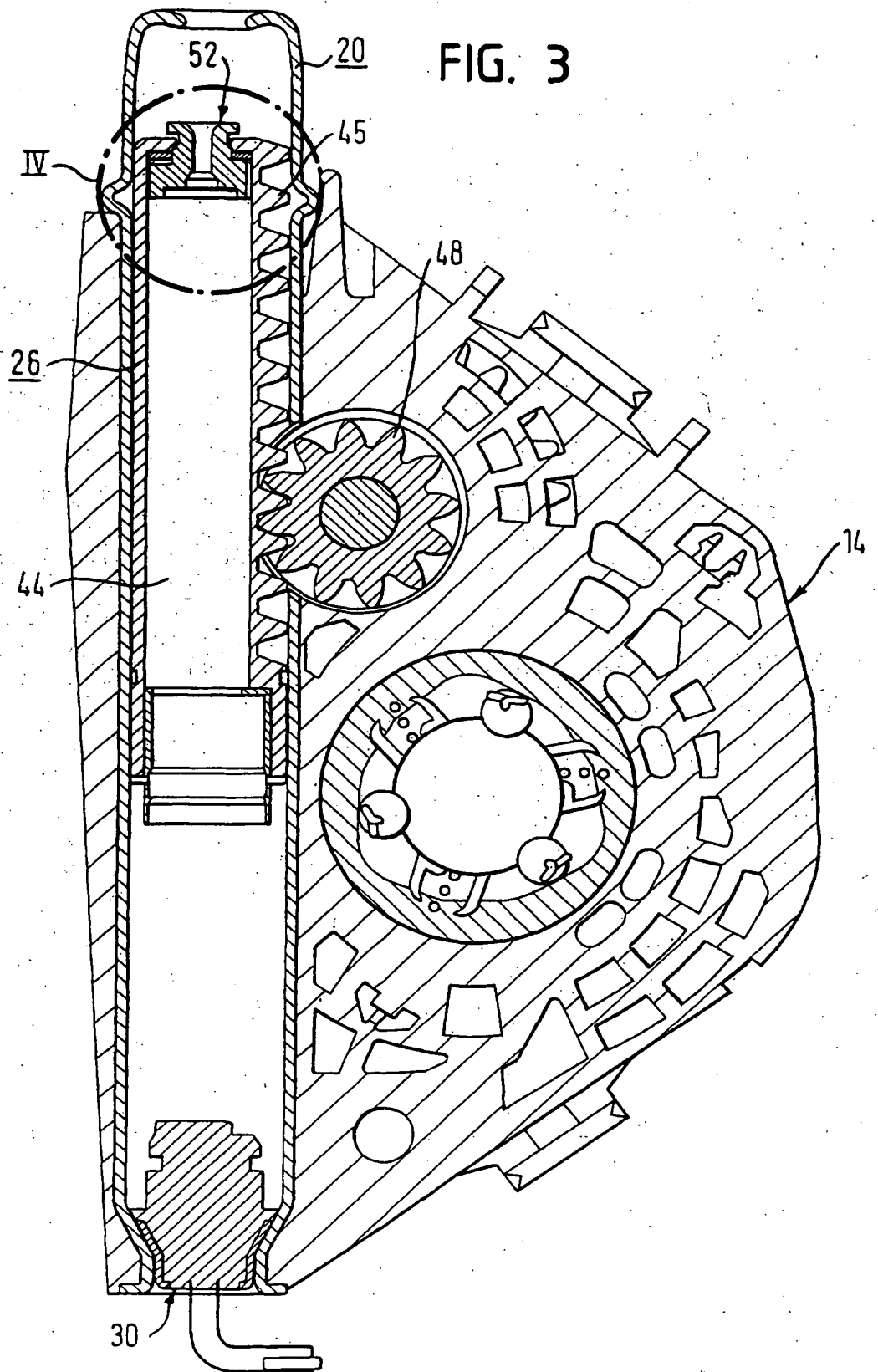


FIG. 4

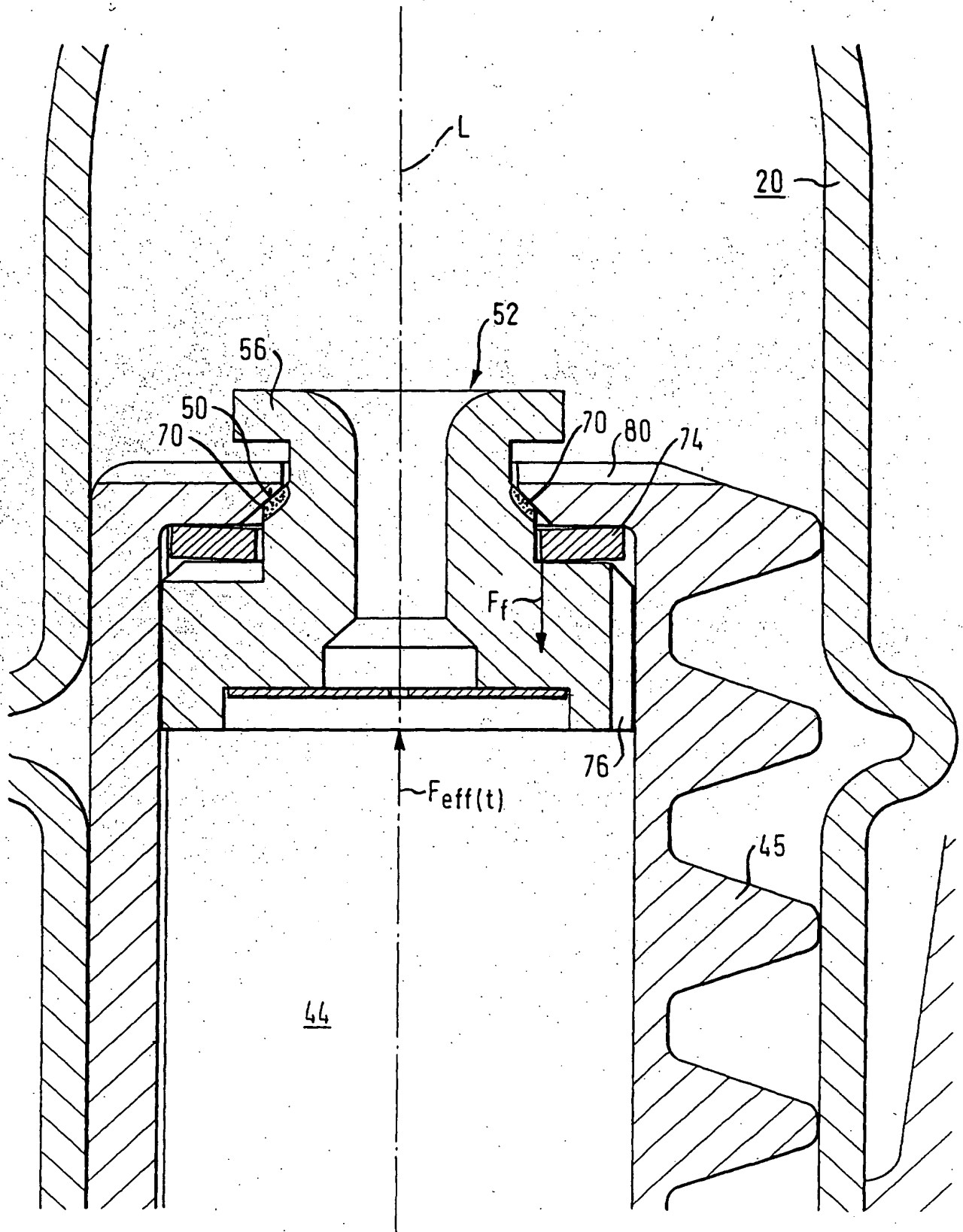




FIG. 5

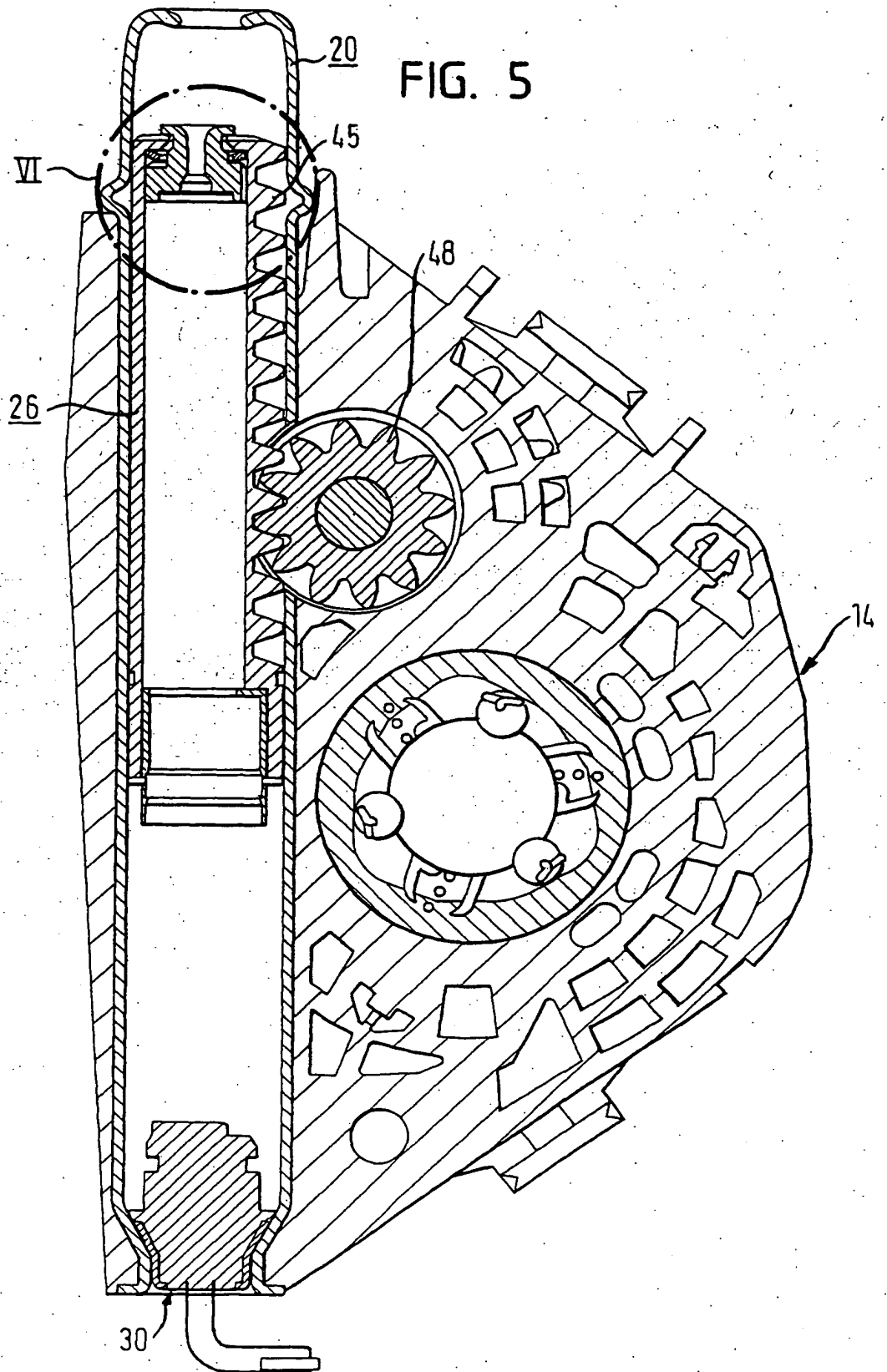


FIG. 6

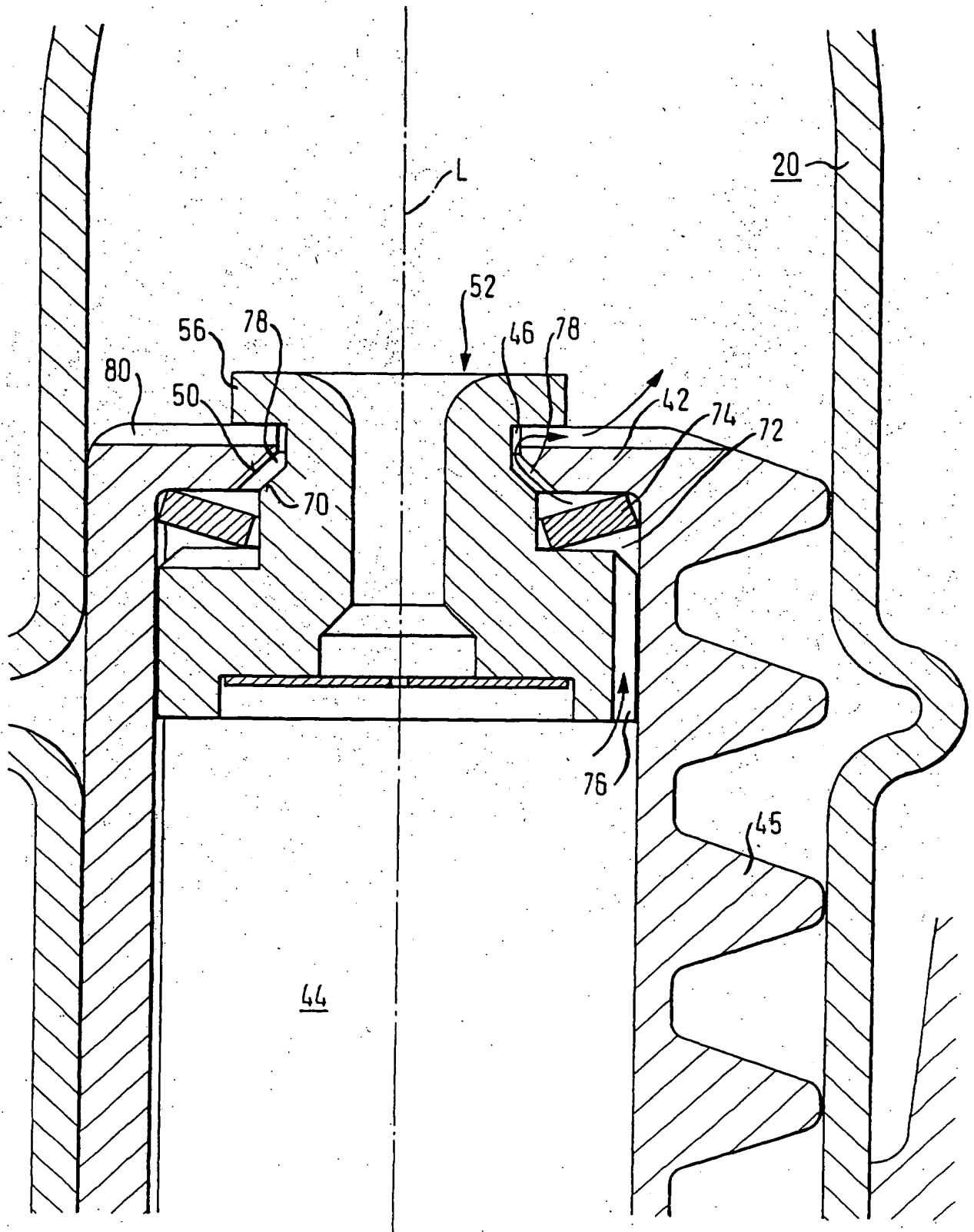
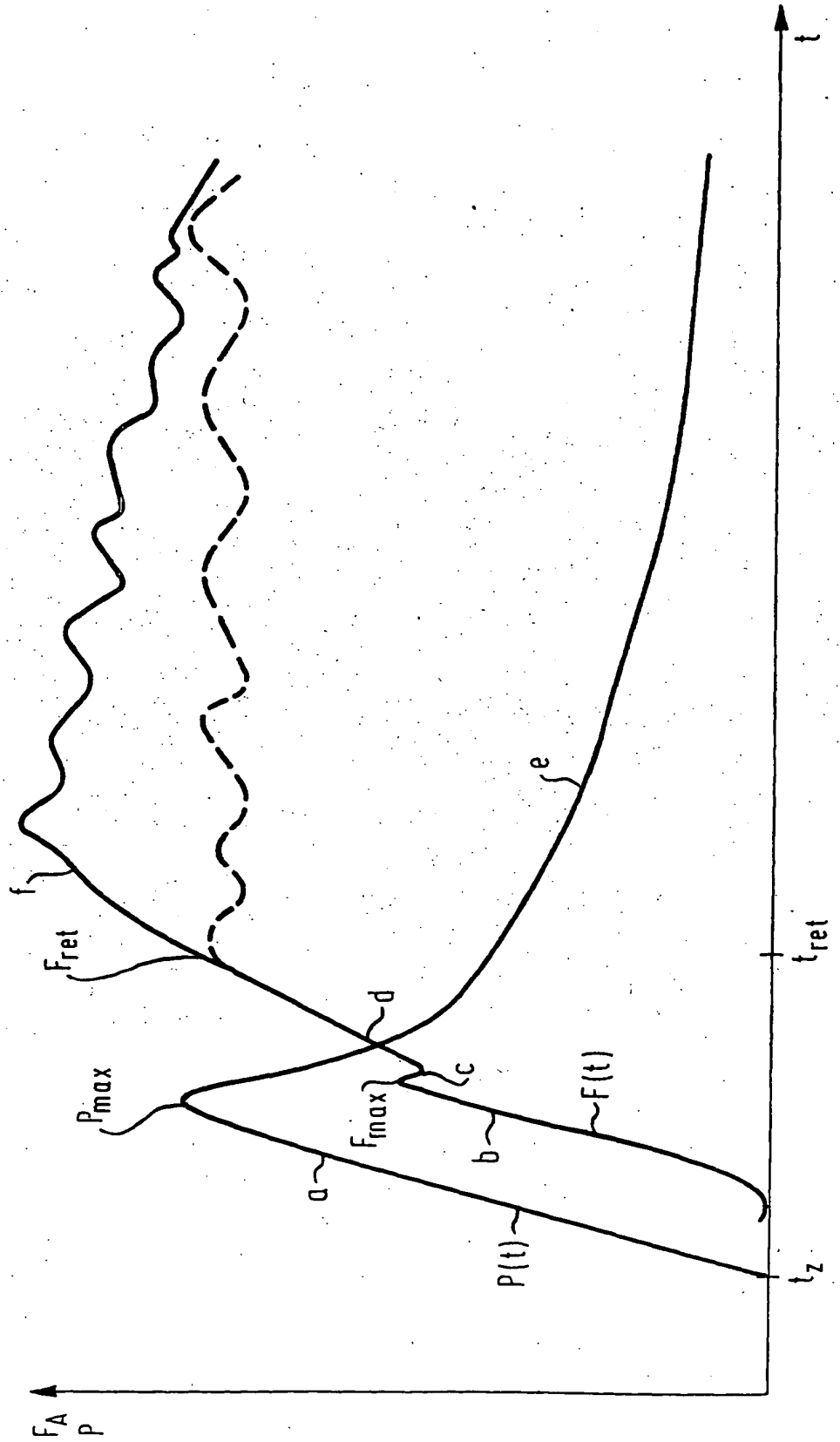


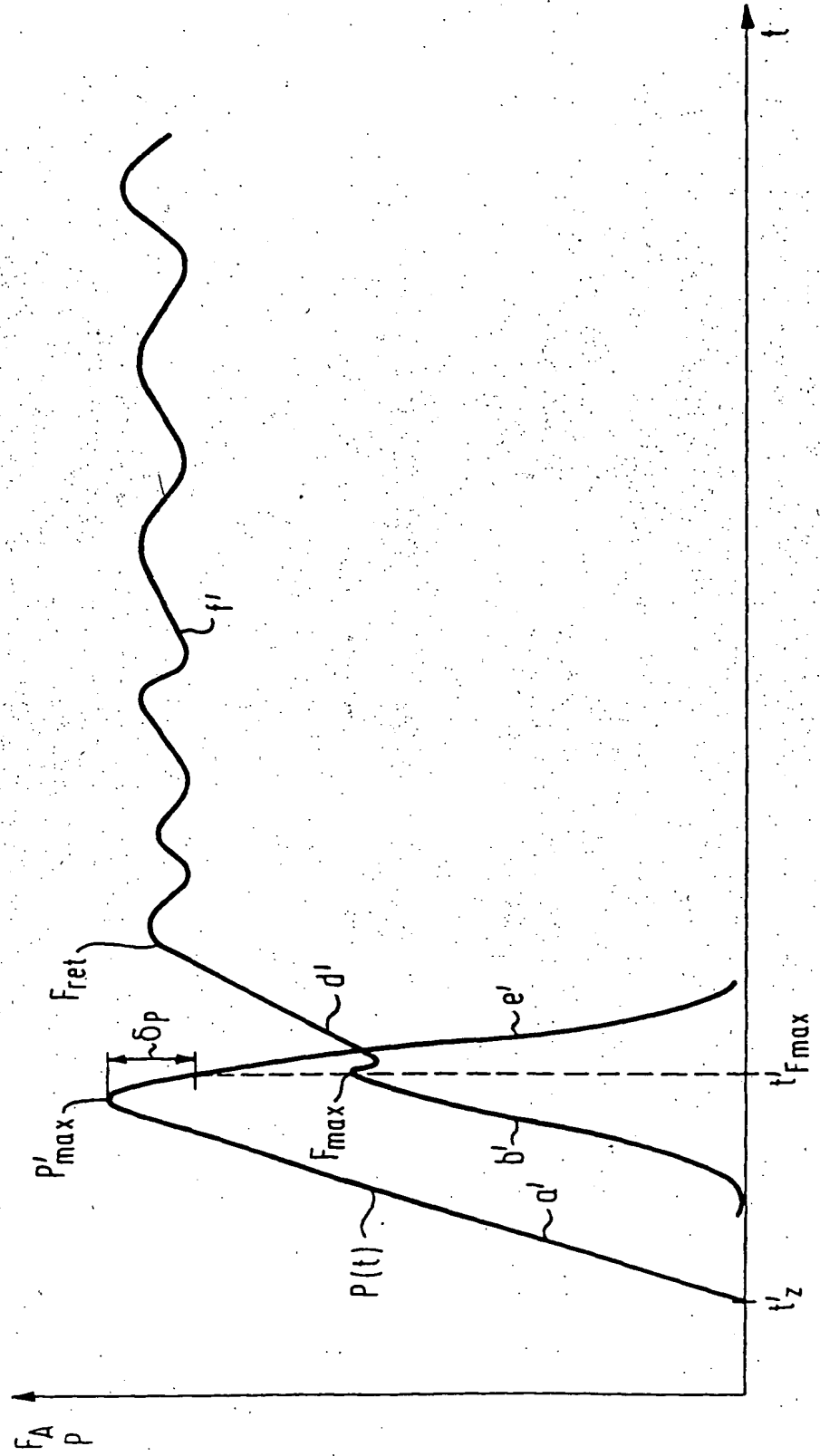
FIG. 7



31.10.61

8/8

FIG. 8



DE 201 13 773 U1

[The body of the document contains extremely faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is organized into several paragraphs, but the characters are too light to be transcribed accurately.]